

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 464 821 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.10.2004 Patentblatt 2004/41

(51) Int Cl.7: **F02F 3/14, F02F 3/12**

(21) Anmeldenummer: **04006224.2**

(22) Anmeldetag: **16.03.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(30) Priorität: **03.04.2003 DE 10315232**

(71) Anmelder: **Federal-Mogul Nürnberg GmbH
90441 Nürnberg (DE)**

(72) Erfinder:

- **Reichstein, Simon, Dr.
90411 Nürnberg (DE)**
- **Hofmann, Lothar
92318 Neumarkt (DE)**

(74) Vertreter: **HOFFMANN - EITLE
Patent- und Rechtsanwälte
Arabellastrasse 4
81925 München (DE)**

(54) Kolben für einen Verbrennungsmotor und Verfahren zur Herstellung eines Kolbens

(57) Ein Kolben für einen Verbrennungsmotor weist zumindest bereichsweise eine Beschichtung aus duktilen Material mit einer Dichte von 200 µm oder weniger auf.

Im Rahmen eines Verfahrens der Herstellung eines Kolbens wird dieser mit einem duktilen Material mit einer Dicke von 200 µm oder weniger beschichtet.

EP 1 464 821 A1

Beschreibung**Technisches Gebiet**

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kolben für einen Verbrennungsmotor sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung.

[0002] Kolben von Verbrennungsmotoren sind während des Betriebs fortlaufend Veränderungen der Betriebsbedingungen, insbesondere der Temperaturen, unterworfen. Sowohl Veränderungen im Hinblick auf den Lastfall, als auch Start- und Abschaltvorgänge führen zu erheblichen Veränderungen der Temperaturverteilung in dem Kolben. Hierdurch verändern sich auch die jeweiligen lokalen Temperaturen äußerst umfangreich und führen sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch zu inneren Spannungen. Diese können zu plastischen Verformungen und im Extremfall zu einem Versagen des Kolbens führen. Insbesondere an Stellen, an denen der Kolben hohen Temperaturen ausgesetzt ist, muss eine besonders gute Beständigkeit des Kolbens gegen derartige thermomechanische Ermüdung gegeben sein.

Stand der Technik

[0003] Im Stand der Technik ist es bekannt, thermomechanische Ermüdung und insbesondere den dadurch hervorgerufenen Ermüdungsrissen durch eine lokale Erhöhung der Festigkeit entgegenzuwirken. Mit anderen Worten wurde bislang vorgeschlagen, besonders warmfeste Werkstoffe auf den Kolben, insbesondere in dessen besonders beanspruchten Bereichen, aufzubringen.

[0004] Beispielsweise offenbart die EP 0 393 922 B1 einen Aluminiumkolben für Brennkraftmaschinen, bei dem ein verstärkter Abschnitt im Bereich der Brennraummulde durch einen mit Keramikfasern verstärkten Aluminiumlegierungsdrat gebildet wird. Mit anderen Worten wird ein Verbundwerkstoff vorgesehen, bei dem die extrem harten und festen Fasern in eine Aluminium-Matrix eingebettet werden. Der Verbundwerkstoff ist äußerst steif und fest.

[0005] Dies gilt ebenso für die Beschichtung, die in der DE 29 21 952 A1 vorgeschlagen wird. Demzufolge sind verschiedene Arten von harten und verschleißsamen Schichten auf die besonders belasteten Bereiche aufzubringen.

[0006] In der DE 198 13 430 A1 ist ein Verbundgussskolben mit einem Armierungsteil beschrieben, das mittels Hydro-Umformung hergestellt wird. Im Rahmen des Gießvorganges wird dieses vorgefertigte Armierungsteil mit dem eingegossenen Kolbenwerkstoff kombiniert.

[0007] Die DE-A-1 122 325 offenbart einen Leichtmetallkolben für Verbrennungsmotoren mit einer Bewehrung aus Reinaluminium.

[0008] Schließlich geht aus der DE 718 437 ein Kol-

ben mit einem Überzug aus Reinaluminium hervor, der lediglich wenige Hunderstelmillimeter dick sein kann.

Darstellung der Erfindung

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kolben zu schaffen, der insbesondere im Hinblick auf die Widerstandsfähigkeit gegen thermomechanische Ermüdung verbessert ist. Ferner soll ein Verfahren zu dessen Herstellung vorgeschlagen werden.

[0010] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt zum einen durch den im Anspruch 1 beschriebenen Kolben.

[0011] Demzufolge weist der erfindungsgemäße Kolben zumindest bereichsweise eine Beschichtung aus duktilem Material mit einer Dicke von 200 µm oder weniger auf. Diese Maßnahme steht insofern diametral den bisher verfolgten Ansätzen gegenüber, als erstmalig ein duktiles, also gut plastisch verformbares Material zur Beschichtung der hochbelasteten Bereiche eines

Kolbens eingesetzt wird. Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass Risse in Kolbenlegierungen durch mikroplastische Vorgänge aufgrund unterschiedlicher lokaler Eigenschaften der verschiedenen Phasen des Werkstoffs auftreten. Diese unterschiedlichen Eigenschaften führen bei Aufheiz- und Abkühlvorgängen zu inneren Spannungen. Ferner kann plastische Verformung auftreten. Diese Vorgänge haben an den Oberflächen die Entstehung von Rissen zur Folge. Im Rahmen der Erfindung wurde ferner erkannt, dass die Bildung dieser Risse durch eine höhere Festigkeit des Materials, also auch durch die Beschichtung mit warmfesten Materialien, nur in geringem Umfang erschwert werden kann.

[0012] Demgegenüber wurde im Rahmen der Erfindung herausgefunden, dass es die Eigenschaften des Kolbens erheblich verbessert, wenn die Duktilität des Materials erhöht wird. Hierunter wird die Fähigkeit des Materials zu plastischer Verformung ohne Rissbildung verstanden. Im Gegensatz zu den bisher verwendeten harten Schichten wird im Rahmen der Erfindung folglich die Verwendung weicher, duktiler Schichten vorgeschlagen. Diese Schichten sind geeignet, an den inneren Spannungen des Kolbenwerkstoffs und an der unter Umständen auftretenden Plastizität "teilzunehmen", ohne dass die Gefahr einer Rissbildung besteht. Hierdurch kann, wie Versuche zeigen, der Widerstand des Kolbens gegen thermische Ermüdung erheblich verbessert werden, und die Wahrscheinlichkeit von Rissbildung umfangreich verringert werden.

[0013] Die gemäß der Erfindung aufgebrachte Beschichtung aus duktilem Material kann, wie nachfolgend noch genauer erläutert, festhaftend aufgebracht werden. Ferner weist diese Beschichtung eine Dicke von 200 µm oder weniger auf. Für eine derartige Dicke hat sich herausgestellt, dass die gewünschten Eigenschaften erreichbar sind. Ferner ist eine Beschichtung aus duktilem Material mit der angegebenen Dicke wirtschaftlich herstellbar. Besonders bevorzugt wird in die-

sem Zusammenhang eine Dicke von 50 µm oder weniger. Zu dem erfindungsgemäßen Kolben sei noch erwähnt, dass es sich hierbei insbesondere um einen hochbelasteten Dieselkolben handeln kann. Grundsätzlich kann der mit der erfindungsgemäßen Beschichtung versehene Kolben sowohl aus Stahl als auch aus einer Aluminiumlegierung sein. Besonders bevorzugt wird eine Aluminium-Guss-Legierung.

[0014] Bevorzugte Weiterbildungen eines erfindungsgemäßen Kolbens sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

[0015] Bei Versuchen hat sich herausgestellt, dass eine Beschichtung aus technisch reinem Aluminium zu besonders günstigen Eigenschaften des damit beschichteten Kolbens führt. Technisch reines Aluminium eignet sich deshalb besonders gut als das Beschichtungsmaterial, weil es zum einen duktiler als der Kolbenwerkstoff, beispielsweise eine Aluminiumlegierung oder Stahl, ist, und somit das oben beschriebene Prinzip der Erfindung realisiert. Im übrigen weist es jedoch ähnliche mechanische und physikalische Eigenschaften wie der Kolbenwerkstoff auf, was für den damit beschichteten Kolben zu besonders vorteilhaften Eigenschaften führt.

[0016] Als bevorzugtes Herstellungsverfahren hat sich ein galvanisches Abscheiden herausgestellt. Dieses Verfahren führt in vorteilhafter Weise zu sehr gleichmäßigen und gut haftenden Schichten mit der oben angegebenen Dicke.

[0017] Im Hinblick auf die Bereiche des Kolbens, die mit der erfindungsgemäßen Beschichtung versehen sind, wird insbesondere der Rand einer Brennraummulde bevorzugt. Dieser ist besonders umfangreich durch Temperaturveränderungen betroffen und kann besonders wirksam durch die erfindungsgemäße Beschichtung geschützt werden.

[0018] Die Lösung der oben angegebenen Aufgabe erfolgt zum anderen durch das im Anspruch 5 beschriebene Verfahren zur Herstellung eines Kolbens, bei dem ein Kolben mit duktilem Material mit einer Dicke von 200 µm oder weniger beschichtet wird. Hierdurch ist ein Kolben mit den vorangehend beschriebenen, im Hinblick auf die Temperaturbeständigkeit günstigen Eigenschaften, herstellbar. Ferner kann das Verfahren wirtschaftlich realisiert werden.

[0019] Bevorzugte Verfahrensschritte bestehen entsprechend den oben angegebenen Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Kolbens darin, die Beschichtung aus technisch reinem Aluminium auszubilden, und/oder diese galvanisch abzuscheiden und/oder den Rand einer Brennraummulde zu beschichten. Im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sei ferner erwähnt, dass in vorteilhafter Weise Bereiche, in denen die Beschichtung nicht erwünscht ist, durch einfache Maskentechniken abgedeckt werden können. Hierbei handelt es sich beispielsweise um die Ringnuten eines Kolbens.

Ausführungsbeispiel

[0020] Aus einer Aluminium-Guss-Legierung wurde ein hochbelasteter Dieselkolben mit einer Brennraummulde im Bereich des Kolbenbodens hergestellt. In dem besonders kritischen, besonders beanspruchten Randbereich der Mulde wurde eine Beschichtung aus duktilem Material mit einer Dicke von bis zu 50 µm ausgebildet. Die Beschichtung bestand aus technisch reinem Aluminium und wurde galvanisch abgeschieden. Die Ringnut wurde hierbei abgedeckt. Auf diese Weise konnte ein Kolben hergestellt werden, für den durch Versuche bestätigt werden konnte, dass die Widerstandsfähigkeit gegen thermomechanische Ermüdung erheblich verbessert war.

Patentansprüche

- 20 1. Kolben für einen Verbrennungsmotor, der zumindest bereichsweise eine Beschichtung aus duktilem Material mit einer Dicke von 200 µm oder weniger aufweist.
- 25 2. Kolben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung aus technisch reinem Aluminium besteht.
- 30 3. Kolben nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung galvanisch abgeschieden wird.
- 35 4. Kolben nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben eine Brennraummulde aufweist, deren Rand beschichtet ist.
- 40 5. Verfahren zur Herstellung eines Kolbens für einen Verbrennungsmotor, bei dem der Kolben mit einem duktilen Material mit einer Dicke von 200 µm oder weniger beschichtet wird.
- 45 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben durch technisch reines Aluminium beschichtet wird.
- 50 7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung durch galvanisches Abscheiden ausgebildet wird.
- 55 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rand einer Brennraummulde beschichtet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben beim Beschichten teilweise, insbesondere durch Maskentechniken, abgedeckt wird.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 00 6224

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 084 385 A (SCHMIDT GMBH KARL) 27. Juli 1983 (1983-07-27) * Seite 2, Absatz 3 - Seite 2, Absatz 4 * * Seite 4, Absatz 3; Abbildungen 2,3,5 * ----	1,3-5,7, 8	F02F3/14 F02F3/12
X	EP 1 046 805 A (HOWIE ROBIN MIDDLEMASS) 25. Oktober 2000 (2000-10-25) * Absatz [0007]; Abbildung *	1,5	
X,D	DE 718 437 C (SCHMIDT GMBH KARL) 12. März 1942 (1942-03-12) * Seite 1, Zeile 30 - Seite 2, Zeile 3 *	1,2,5,6	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 081 (M-0935), 15. Februar 1990 (1990-02-15) & JP 01 294945 A (HONDA MOTOR CO LTD; OTHERS: 01), 28. November 1989 (1989-11-28) * Zusammenfassung; Abbildung *	1,5,9	
A,D	DE 11 22 325 B (MAHLE KG) 18. Januar 1962 (1962-01-18) * Spalte 1, Zeile 43 - Spalte 2, Zeile 27; Abbildung *	1,2,4-6, 8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F02F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	22. Juli 2004	Luta, D	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 00 6224

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-07-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0084385	A	27-07-1983	DE	3201498 A1	28-07-1983
			DE	3381978 D1	13-12-1990
			EP	0084385 A1	27-07-1983
EP 1046805	A	25-10-2000	EP	1046805 A2	25-10-2000
DE 718437	C	12-03-1942		KEINE	
JP 01294945	A	28-11-1989	JP	2678248 B2	17-11-1997
DE 1122325	B	18-01-1962		KEINE	